

**Determination of a rotating axle angular position by use of two signal wheels with signal tracks comprised of magnetic poles the signal tracks of which are detected by sensors linked to an analysis device for high resolution**

Patent Number: DE10036281  
Publication date: 2002-02-07  
Inventor(s): HEISENBERG DAVID (DE)  
Applicant(s): BOSCH GMBH ROBERT (DE)  
Requested Patent: ☐ DE10036281  
Application Number: DE20001036281 20000726  
Priority Number(s): DE20001036281 20000726  
IPC Classification: G01B7/30; G01D5/20; G01P3/488; B62D6/00  
EC Classification: G01D5/249C, B62D15/02, G01D5/16B1, G01P3/487, G01P3/488  
Equivalents:

---

**Abstract**

---

A sensor comprises two signal wheels (1a, 1b) arranged concentrically about a rotating axle (3) and configured as magnetoresistive multipolar wheels with the wheels having a different number of signal sections (2). The signals are detected by sensors (5) attached to a conducting plate and linked to an analysis device. The tracks (6a, 6b) of the wheels generate signals that are detected by the sensors and evaluated according to a Nonius principle. The invention also relates to a device for measuring the rotation angle of a rotating axle.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 36 281 A 1**

⑨ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**G 01 B 7/30**  
G 01 D 5/20  
G 01 P 3/488  
B 62 D 6/00

②① Aktenzeichen: 100 36 281.8  
②② Anmeldetag: 26. 7. 2000  
②③ Offenlegungstag: 7. 2. 2002

**DE 100 36 281 A 1**

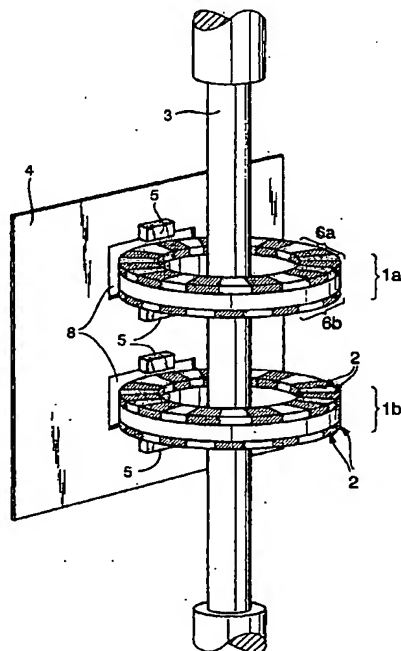
⑦① Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:  
Heisenberg, David, Dr., 70839 Gerlingen, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ Vorrichtung zur Messung eines Drehwinkels an einer Drehachse

⑤⑦ Erfindungsgemäß wird eine Vorrichtung zur Messung eines Drehwinkels an einer Drehachse vorgeschlagen, bei der ein erstes Geberrad (1a) und ein zweites Geberrad (1b) mit einem vorgegebenen Abstand axial auf einer Drehachse (3) fest angeordnet sind. Jedes Geberrad (1a, 1b) weist zwei Spuren (6a, 6b) auf, die Gebersegmente (2) enthalten. Die Gebersegmente (2) sind vorzugsweise als magnetische Pole ausgebildet. Die beiden Spuren (6a, 6b) unterscheiden sich in ihrer Polpaarzahl, wobei die verwendeten Polpaarzahlen einen größten gemeinsamen Teiler von 1 haben und sich vorzugsweise um 1 unterscheiden. Als erfindungswesentlich wird angesehen, dass die beiden Spuren (6a, 6b) axial angeordnet sind. Diesen Spuren (6a, 6b) sind entsprechende Sensorelemente (5) zugeordnet, die auf einer Leiterplatte (4) befestigt sind. Eine Auswerteeinheit (7) befindet sich ebenfalls auf der Leiterplatte (4) und wertet die Signale der Sensorelemente (5) aus.



**DE 100 36 281 A 1**

## Beschreibung

## Stand der Technik

[0001] Die Erfindung geht aus von einer Vorrichtung zur Messung eines Drehwinkels und/oder einer Winkelgeschwindigkeit einer Drehachse relativ zu wenigstens einem feststehenden Sensorelement nach der Gattung des Hauptanspruchs.

[0002] Vorrichtungen zur Winkelmessung einer Drehachse, die insbesondere mit induktiven Sensoren ausgebildet sind, sind vielfältig bekannt. So wird beispielsweise in der DE 198 18 799 C2 ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Messen von Drehwinkeln einer Drehachse vorgeschlagen, bei dem die Vorrichtung mindestens zwei auf der Drehachse koaxial angeordnete Ringe aufweist, die magnetisch codiert sind und einen magnetischen Maßstab bilden. Eine zugeordnete Sensoreinheit erfasst die Magnetpole auf dem halben Umfang eines Ringes, wobei die Anzahl der Magnetpole auf dem halben Umfang eines Ringes teilerfremd zu der Anzahl der Magnetpole auf dem halben Umfang des anderen Ringes ist. Mittels eines jedem Ring zugeordneten Hallsensors werden die Magnetpole erfasst und von einer Elektronikseinheit durch Messung des Phasenversatzes zwischen den Ausgangssignalen zweier magnetoresistiver Sensoren ausgewertet. Auch ist die Auflösung und Genauigkeit der Winkelmessung eingeschränkt, da nur die Phasendifferenz zwischen den beiden Magnetrings gemessen werden kann.

[0003] Weiterhin ist aus der US 5,019,776 eine Vorrichtung zur magnetischen Positionserkennung bekannt, bei der zwei Magnetspuren am Umfang eines einzigen Geberrades angebracht sind. Beiden Magnetspuren sind entsprechende Sensorelemente zugeordnet. Alternativ wird vorgeschlagen, zwei einzelne Geberräder zu verwenden, wobei in diesem Fall jedes Geberrad nur eine Spur trägt.

## Vorteile der Erfindung

[0004] Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Messung eines Drehwinkels und/oder einer Winkelgeschwindigkeit einer Drehachse mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, dass durch die beiden Geberräder mit den doppelspurigen Gebersegmenten ein spezielles Nonius-Verfahren angewendet werden kann, das eine noch höhere Auflösung des Drehwinkels ermöglicht. Dadurch sind vorteilhaft auch solche Anwendungen möglich, die eine sehr hohe und zuverlässige Drehwinkelbestimmung erfordern. Als besonders vorteilhaft wird dabei angesehen, dass die Bauhöhe der Vorrichtung relativ klein und kompakt ausgebildet werden kann, so dass nur ein relativ geringer Einbauplatz benötigt wird. Auch ist die Vorrichtung kostengünstig herstellbar.

[0005] Durch die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Hauptanspruch angegebenen Vorrichtung möglich. Als besonders vorteilhaft wird angesehen, dass die beiden Spuren eines Geberrades unterschiedliche Anzahlen von Gebersegmenten aufweisen. Dadurch kann bereits mit einem Geberrad durch Auswertung des Phasenwinkels der absolute Drehwinkel bestimmt werden. Durch die Unterscheidung mit einem Polpaar ergibt sich die Möglichkeit, einen 360°-Absolutwinkel zu messen, wenn ein entsprechender Messwertempfänger verwendet wird.

[0006] Um die Bauhöhe möglichst niedrig zu halten, werden vorteilhaft die Gebersegmente für die beiden Spuren auf gegenüberliegende Stirnflächen des Geberrades angeordnet. Dadurch ergibt sich eine maximale Entkopplung der magne-

tischen Felder und somit eine geringere Störempfindlichkeit.

[0007] Als günstig wird auch angesehen, dass im Bereich der Geberräder eine Leiterplatte angeordnet ist, auf der die Sensorelemente angeordnet sind. Insbesondere, wenn die Leiterplatte parallel zur Drehachse angeordnet ist, ergibt sich eine kleine und kompakte Baueinheit. Die kompakte Bauweise kann dadurch noch verbessert werden, dass in der Leiterplatte Aussparungen ausgebildet sind, durch die die Geberräder mit ihren Gebersegmenten teilweise geführt sind, so dass die Anordnung der zugeordneten Sensorelemente besonders einfach ist.

[0008] Ein weiterer Vorteil stellt sich ein, wenn auf der Leiterplatte auch die Auswertelektronik für die gemessenen Sensorsignale aufgebracht ist.

[0009] Durch die zwei Geberräder mit den doppelspurigen Gebersegmenten ergibt sich bei entsprechender Ausbildung der Drehachse auch die Möglichkeit, ein Drehmoment zu bestimmen. Dies ist besonders dann von Vorteil, wenn die Drehachse als Lenkwelle für ein Lenkgetriebe in einem Kraftfahrzeug ausgebildet ist, das die Lenkkraft für den Fahrer des Kraftfahrzeugs reduziert.

## Zeichnung

[0010] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Die Figur zeigt den schematischen Aufbau eines Winkelsensors.

## Beschreibung des Ausführungsbeispiels

[0011] Die Figur zeigt eine Drehachse 3, auf der in einem axialen Abstand ein erstes Geberrad 1a und ein zweites Geberrad 1b fest angebracht sind. Die Drehachse 3 ist vorzugsweise mit einem Torsionselement ausgebildet, wobei beide Geberräder 1a, 1b an den beiden Enden des Torsionselementes oder entsprechenden Verlängerungshülsen fest angebracht sind. Dadurch ergibt sich die vorteilhafte Lösung, dass neben dem Drehwinkel als Absolutwert auch ein Differenzwinkel zwischen den beiden Geberrädern 1a, 1b gemessen werden kann, mittels dem das auf der Drehachse 3 wirkende Drehmoment erfasst werden kann. Der axiale Abstand der beiden Geberräder 1a, 1b wird vorzugsweise so ausgebildet, dass sich eine kleine Bauhöhe für die gesamte Anordnung ergibt. Die beiden Geberräder 1a, 1b sind ringförmig ausgebildet und tragen jeweils eine erste Spur 6a und eine zweite Spur 6b. Jede Spur ist mit Gebersegmenten 2 ausgebildet, die vorzugsweise mit magnetischen Polpaaren nebeneinander ausgebildet sind. In einer speziellen Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Gebersegmente 2 auf der Ober- und Unterseite eines Geberrades 1a, 1b (Stirnseiten) angeordnet sind und entsprechende Spuren bilden. Zwischen den beiden Spuren ist der Ring des Geberrades 1a, 1b nicht magnetisiert.

[0012] In einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass die beiden Geberräder 1a, 1b gleichartig ausgebildet sind, wobei beispielsweise die erste Spur 6a sich in der Anzahl der Gebersegmente 2 von der der zweiten Spur 6b unterscheidet. Es ist vorgesehen, dass auf den Umfang verteilt beispielsweise die erste Spur 6a n-Gebersegmente 2 und die zweite Spur 6b n + 1-Gebersegmente 2 aufweist. Grundsätzlich sollen die Polpaarzahlen der beiden Spuren 6a, 6b so gewählt werden, dass sie einen größten gemeinsamen Teiler von 1 haben. Lösungsverfahren für dieses Noniusverfahren sind per se bekannt und müssen nicht näher erläutert werden. Durch die Anordnung der beiden Spuren 6a, 6b auf gegenüberliegenden Stirnflächen des Geberrades 1a,

1b ergibt sich vorteilhaft ein größtmöglicher maximaler Abstand voneinander, so dass keine gegenseitige Beeinflussung der Gebersegmente 2 auftreten kann. Bei dieser Anordnung liegt der Magnetfeldvektor immer in der Ebene, die vom axialen und tangentialen Einheitsvektor aufgespannt wird. [0013] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, die Spuren auch radial-tangential auszurichten und beide Spuren auf einer entsprechend breiten Mantelfläche des Ringes eines Geberrades 1a, 1b aufzubringen. In einer weiteren alternativen Ausführungsform ist vorgesehen, auf der oberen oder unteren Stirnseite des Geberrades 1a, 1b die beiden Spuren 6a, 6b nebeneinander anzuordnen.

[0014] Den beiden Geberrädern 1a, 1b bzw. deren Gebersegmenten 2 sind feststehende Sensorelemente 5 zugeordnet, die mit einem entsprechenden Abstand zu den Gebersegmenten 2 angeordnet sind und kontaktlos die bei der Drehung der Drehachse 3 relativ vorbeilaufenden Gebersegmente 2 erfassen. Um alle vier Spuren zu erfassen, sind vorzugsweise vier entsprechende Sensorelemente 5 vorzusehen. Die Sensorelemente 5 sind vorzugsweise auf einer Leiterplatte 4 angeordnet, die parallel zur Drehachse 3 als feststehende Einheit befestigt ist. Um eine möglichst kleine Bauform zu erreichen, sind Aussparungen 8 in der Leiterplatte 4 vorgesehen, durch die die Geberräder 1a, 1b wenigstens teilweise eintauchen, so dass eine problemlose Anordnung der Sensorelemente 5 möglich ist. Auf der Leiterplatte 4 sind vorzugsweise weitere Einheiten angeordnet. Beispielsweise ist eine Auswerteelektronik 7 für die Signale der Sensorelemente 5 angeordnet, wobei die Sensorelemente 5 über gedruckte Leitungen (in der Figur nicht dargestellt) mit der Auswerteeinheit verbunden sind.

[0015] Durch die von den Sensorelementen 5 gemessenen Signale ist nicht nur der Absolutwinkel der Drehachse 3 bestimmbar, sondern auch die Drehgeschwindigkeit, ein Relativwinkel und/oder ein Drehmoment, wenn die Drehachse 3 mit einem entsprechenden Torsionselement ausgerüstet wurde. Da die beiden zugeordneten Spuren 6a, 6b unterschiedliche Polpaarzahlen aufweisen, wird bei jeder Bewegung der Drehachse 3 ein unterschiedlicher Phasenwinkel ermittelt. Diese Signale können beispielsweise auch zur Bestimmung der Drehrichtung verwendet werden.

[0016] Die Auswerteelektronik 7 ist per se bekannt. Um eine möglichst hohe Winkelauflösung zu erreichen, wird zur Auswertung ein Nonius-Verfahren angewendet. Ein spezielles Nonius-Verfahren ist beispielsweise vom Anmelder in der DE-195 06 938 A1 des Anmelders veröffentlicht und kann hier zu Grunde gelegt werden.

[0017] Ergänzend wird noch erwähnt, dass die Sensorelemente 5 parallel zur Drehachse 3 axial angeordnet sind. Dadurch wird eine größere Stabilität der Sensorelemente 5 bezüglich dynamischer Relativverschiebungen der Sensorelemente erreicht, die durch Temperatur, Alterung, Vibrationen und Querkraften entstehen können. Bei einer alternativen Lösung mit radialer Abtastung müssen die Sensorelemente 5 jedoch stehend auf der Leiterplatte 4 befestigt werden.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Messung eines Drehwinkels und/oder einer Winkelgeschwindigkeit einer Drehachse (3) relativ zu wenigstens einem feststehenden Sensorelement (5) mit zwei auf der Drehachse (3) axial angeordneten Geberrädern (1a, 1b), die als magnetoresistive Multipolräder ausgebildet sind, wobei die beiden Geberräder (1a, 1b) unterschiedliche Zahlen von Gebersegmenten (2) aufweisen, die von den zugeordneten Sensorelementen (5) erfassbar sind und wobei eine Auswerteeinheit (7) aus den erfassten Sensorsignalen nach dem Nonius-Prinzip den Drehwinkel bestimmt, dadurch gekennzeichnet, dass die Gebersegmente (2) eines Geberrades (1a, 1b) als doppelspuriger Ring ausgebildet sind, wobei die beiden Spuren (6a, 6b) eines Ringes (1a, 1b) zueinander in axialer Richtung zur Drehachse (3) angeordnet sind, und dass jeder Spur (6a, 6b) ein Sensorelement (5) derart zugeordnet ist, dass das Sensorelement (5) die Richtung oder eine Komponente des Magnetfeldes des Geberrades (1a, 1b), die von der Magnetspur erzeugt wird, misst und entsprechende elektrische Signale abgibt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Spuren (6a, 6b) eines Geberrades (1a, 1b) unterschiedliche Anzahlen von Gebersegmenten (2) aufweisen.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Anzahl der Gebersegmente (2) um ein Polpaar unterscheidet.

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Spuren (6a, 6b) der Gebersegmente (2) auf gegenüberliegenden Stirnflächen des Geberrades (1a, 1b) angeordnet sind.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswertung der Gebersignale nach einem klassischen oder speziellen Nonius-Prinzip erfolgt.

6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im Bereich der beiden Geberräder (1a, 1b) eine Leiterplatte (4) angeordnet ist und dass auf der Leiterplatte (4) die den Gebersegmenten (2) zugeordneten Sensorelemente (5) angebracht sind.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Leiterplatte (4) parallel zur Drehachse (3) angeordnet ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Leiterplatte (4) für jedes Geberrad (1a, 1b) eine Aussparung (8) aufweist.

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass auf der Leiterplatte (4) die Auswerteeinheit (7) angeordnet ist.

10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehachse (3) mit den zwei Geberrädern (1a, 1b) zur Drehmomentfassung ausgebildet ist und dass die Auswerteeinheit (7) aus den Signalen der Sensorelemente (5) ein Drehmoment bestimmt.

11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche zur Verwendung in einem Lenkgetriebe eines Kraftfahrzeugs.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

